

石川茂雄*・大房剛**：光発芽種子の光感度

Sigeo ISIKAWA* & Tuyosi OOHUSA**: Light-sensitivity on
the germination of light-germinators

日常よく取扱われている農作物の種子が、明暗どちらの場所ででもよく発芽するため、ともすると種子の発芽を左右する光の働きは軽視されがちであった。しかし、最近の発芽に関する光機作の研究によって、種子の発芽に対する光の重要性が決定づけられるようになった。著者らはこれまで発芽機構の解明と云う純生理学的な立場から種子を取り扱ってきた。しかし、この段階に至るために、それぞれの研究目的に最も適した材料をさがしだす必要があった。このために、数多くの種類の種子の発芽条件が調べられ、その特徴が明らかとなった。

この結果は、発芽機構を研究するための新しい研究材料を提供すると同時に、分類、系統、遺伝、生態、農学など各分野の方々に発芽現象に対して多少とも興味を持って頂く機会を作り、いくぶんかの参考資料になればと考え、発芽条件からみた野外種子の比較と云う観点にたって、いくつかの実例を紹介したい。この報文では：1) 恒温下に置いても光があたれば充分によく発芽する種子(光発芽種子)にも、発芽をするために少い光量の光があたればよいものと、多量の光を必要とするものがある。2) 適温下に種子をまいてから、光をあてるまでの時間によって、種子は光に対して感ずる程度を変えてゆく、この傾向は与える光の量に関係なく、種類により、ほぼ一定している。以上の点について記述したい。

実験方法および材料

4.5 cm シャーレーに 0.7% 寒天液を 10 cc づつそそぎ発芽床とする。100 粒づつの種子をまき、すぐに夫々のシャーレーを黒のラシャ紙で包み、恒温器中に入れる。或る時間(これを浸漬時間 Dp とよぶ)たってから、定温照射箱中で一定時間の光照射を行ったのち、再びラシャ紙に包んで恒温器に入れ、一定日数のち取り出して発芽数をかぞえその数を発芽率とする。浸漬時間の長さにともなって変化する光感度を調べるために、種子をまいた数個のシャーレーを準備し恒温器に入る。第1のシャーレーは翌日(Dp=1)とりだして一定時間の光を照射したのち、再び恒温器にもどし、種類によって5日又は7日後に発芽数を見る。第2のものは2日目(Dp=2)に光照射を行う。このようにして、浸漬時間を 1・2・4・8・16 日間の 5 段階とする時には、5 個のシャーレーを準備して順次に光を照射し、それぞれ処理後一定日数たってから発芽数を調べ、それらの発芽率を比較する。光源には屋光色の蛍光灯を用い、1500 Lux に調整した。

* 東京教育大学理学部植物学教室, Bot. Inst., Fac. Sci., Tokyo Univ. of Education, Tokyo.

** 東京都立大学理学部生物学教室, Depart. Biol., Fac. Sci., Tokyo Metropolitan Univ., Tokyo.

使用材料は次の 37 種類（内 4 種は園芸植物）である。

<i>Senecio cannabifolius</i> Less.	ハンゴンソウ (長野, 入笠山 X. 1961)
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	ハキダメギク (東京, 大泉 VI. 1961)
<i>Erigeron canadensis</i> L.	ヒメムカシヨモギ (東京, 大泉 IX. 1959)
<i>Solidago japonica</i> Kitam.	アキノキリンソウ (長野, 入笠山 X. 1960)
<i>Campanula punctata</i> Lamarck	ホタルブクロ (長野, 入笠山 X. 1960)
<i>Digitalis purpurea</i> L.	ジギタリス (東京, 教育大見本園 VII. 1961)
<i>Veronica sibirica</i> L.	クガイソウ (長野, 入笠山 X. 1960)
<i>V. persica</i> Poir.	オオイヌノフグリ (東京, 大泉 VI. 1961)
<i>V. nipponica</i> Makino	ヒメクワガタ (長野, 西駒ヶ岳 IX. 1958)
<i>Elsholtzia patrinii</i> Gärcke	ナギナタコウジュ (東京, 大泉 XII. 1961)
<i>Clinopodium confine</i> O. Kuntze	トウバナ (東京, 裏高尾 XI. 1961)
<i>C. chinense</i> O. Kuntze	クルマバナ (長野, 入笠山 X. 1961)
<i>Prunella vulgaris</i> L. var. <i>lilacina</i> Nakai	ウツボグサ (長野, 入笠山 IX. 1959)
<i>Agastache rugosa</i> O. Kuntze	カワミドリ (長野, 入笠山 X. 1960)
<i>Lysimachia acroadenia</i> Maxim.	ギンレイカ (東京, 裏高尾 XI. 1961)
<i>L. mauritiana</i> Lamarck	ハマボッス (神奈川, 觀音崎 X. 1960)
<i>Oenothera lamarckiana</i> Ser.	オオマツヨイグサ (山梨, 富士吉田 XI. 1960)
<i>Verbascum thapsus</i> L.	ビロウドモウズイカ (東京, 教育大構内 VIII. 1961)
<i>Hypericum laxum</i> Koidz.	コケオトギリ (長野, 入笠山 X. 1960)
<i>Boenninghausenia japonica</i> Nakai	マツカゼソウ (東京, 裏高尾 XI. 1960)
<i>Spiraea japonica</i> L. fil.	シモツケ (山梨, 三ツ峠 XI. 1958)
<i>Sedum kamtschaticum</i> Fischer	キリンソウ (長野, 入笠山 X. 1960)
<i>Cardamine nipponica</i> Fr. et Sav.	ミヤマタネツケバナ (長野, 西駒ヶ岳 IX. 1958)
<i>Barbarea orthoceras</i> Ledeb.	ミヤマガラシ (長野, 八ヶ岳 X. 1961)
<i>Papaver nudicaule</i> L.	Iceland poppy (東京, 小石川植物園 VI. 1958)
<i>Portulaca oleracea</i> L.	スペリビュ (東京, 大泉 VIII. 1958)
<i>Polygonum cuspidatum</i> Sieb. et Zucc.	イタドリ (長野, 入笠山 X. 1961)
<i>Rumex japonicus</i> Houtt.	ギシギシ (東京, 大泉 VI. 1961)
<i>R. obtusifolius</i> L.	エゾノギシギシ (長野, 富士見 X. 1960)
<i>Boehmeria platanifolia</i> Fr. et Sav.	メヤヅマオ (東京, 大泉 XI. 1961)
<i>B. spicata</i> Thunb.	コアカソ (長野, 入笠山 X. 1961)
<i>B. biloba</i> Wedd.	ラセイタソウ (神奈川, 觀音崎 XI. 1961)
<i>B. nipponica</i> Koidz.	カラムシ (東京, 裏高尾 XI. 1961)
<i>Sisyrinchium angustifolium</i> Mill.	ニワゼキショウ (東京, 大泉, 栽培 VI. 1959)

Fimbristylis miliacea Vahl

ヒデリコ (東京, 大泉 IX. 1958)

Panicum bisulcatum Thunb.

ヌカキビ (東京, 教育大構内 IX. 1960)

Sporobolus elongatus R. Br.

ネズミノオ (東京, 等々力 X. 1960)

実験結果

いろいろな長さの浸漬時間においてものについて、それぞれ 10 分間 1 回光を照射しただけでもよく発芽するものは表 1 にかかる 14 種類であった。

表 1. 短時間照射型の発芽率。

種類	浸漬時間(日)						実験年月
	1	2	4	8	12	16	
ギシギシ	92	94	96	98	92	12	III~V. 1962
エゾノギシギシ	80		93	75	74	16	III. 1961
イタドリ	48	64	59	53			III~V. 1962
ジギタリス	85		90	72	75	53	III~V. 1962
オオイヌノフグリ	71	67	60	40	14		III~V. 1962
ミヤマガラシ	51	72	43	6	2		III~V. 1962
ヒメムカシヨモギ	65	64	62	46	32		II. 1960
クルマバナ	47	60	61	44	36		III~V. 1962
ハマボッス*	82	86	65	45		46	III. 1961
ギンレイイカ	26	57	70	85	80	67	III~V. 1962
ニワゼキショウ	2	21	81	81	71		II. 1960
ヌカキビ	22	40	49	91			III. 1961
ハキグメギク	3	26	25	46			III~V. 1962
ミヤマタネツケバナ	19	23	26	49			XII. 1958

* 暗中でも 44% の発芽率を示す。

表 2. 6 時間照射型の発芽率。

種類	浸漬時間(日)						実験年月
	1	2	4	8	12	16	
マツカゼソウ	95	56					III. 1961
ウツボグサ	30	51	35	6			II. 1960
ナギナタコウジュ	53	52	50	40	34		III~V. 1962
ネズミノオ	9	19	61	94			III. 1961
<i>Papaver</i>	1	5	32	50	30		XII. 1958

1回の照射時間を6時間にした時ははじめてよい発芽率を示す5種類を表2にあげた。さらに、1回だけの照射であるならば、その時間を24時間あるいはそれ以上としなければ発芽しなかったものは表3に示す18種類である。

表3. 長時間照射型の発芽率.

種類	浸漬時間(日)						実験年月
	1	2	4	8	12	16	
ラセイタソウ*	63	64	63	67			III~V. 1962
メヤブマオ	48	69	68	55		55	III~V. 1962
コアカソ	30	42	36	26			III~V. 1962
カラムシ	51	56	54	34			III~V. 1962
キリンソウ	74	16	8	1			III. 1961
カワミドリ	61		32	16		16	III. 1961
ホタルブクロ	3	26	66	27		10	III. 1961
クガイソウ	38	27	17	9	4		III. 1961
ハンゴンソウ	42	39	30	9	5		III~V. 1962
ビロウドモウズイカ	79	79	71	34	5		III~V. 1962
トウバナ	15	43	55	30			III~V. 1962
ヒメクワガタ	0	20	33	70	93		XII. 1957
コケオトギリ	35	56	57	88	43	24	III. 1961
オオマツヨイグサ		53	61	83	84		III. 1961
スペリビュ	37	46	53	70		93	XII. 1958
シモツケ	0	5	31	47			XII. 1958
ヒデリコ		5	6	17	31	26	XII. 1957
アキノキリンソウ	9	8	22	30	22		III. 1961

* 1回の照射時間は72時間。

発芽に必要な光量（この実験は一定の照度のもとで行われているため、照射時間であらわした）からみれば、以上に述べた3型になる。しかし、この区別は6時間以上の照射時間を長時間照射、10分間以下の照射を短時間照射として、長時間照射型と短時間照射型の2型にわけることが適当と考える。

浸漬時間の経過と共に変ってゆく光感度の変動は、大別して次の3型となる。これを模式的に図1にあらわし、それぞれの型に属する種類を表4にまとめた。

- A. 光感度は浸漬時間2日間くらいで最高となり、その光感度が8日間以上も低下せずに継続するもの。
- B. 光感度は浸漬時間1~2日で最高となるが、すぐに低下し始め、6~8日もすれば

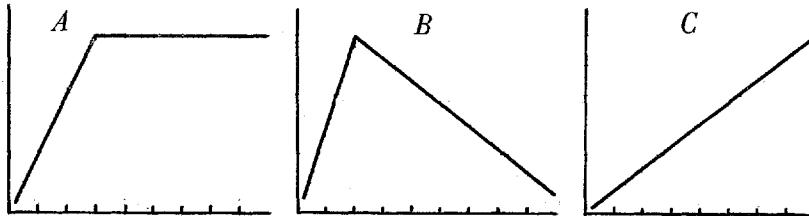


図 1. 光感度の型.

表 4. 光感度の型とその種類.

光感度の型	短時間照射型	長時間照射型	
		6時間照射	24時間照射
A.	ギシギシ エゾノギシギシ イタドリ ジギタリス		ラセイタソウ メヤブマオ コアカソ カラムシ
	オオイヌノフグリ ミヤマガラシ ヒメムカショモギ クルマバナ ハマボッス	マツカゼソウ ウツボグサ ナギナタコウジュ	キリンソウ カワミドリ ホタルブクロ クガイソウ ハンゴンソウ ビロウドモウズイカ トウバナ
	ギンレイカ ニワゼキショウ ヌカキビ ハキダメギク ミヤマタネツケバナ	ネズミノオ <i>Papaver</i>	ヒメクワガタ コケオトギリ オオマツヨイグサ スペリヒユ シモツケ ヒデリコ アキノキリンソウ

殆んど光に感んじなくなり、種子は発芽能力を失うもの。

C. 光感度の増加は非常におそく、適温下においても光に感んずるようになるまでに 8 日間は必要とするもの。

B 型に属する最も顕著なものは、キリンソウ（表 3）、マツカゼソウ（表 2）である。この 2 種の光感度は浸漬時間 24 時間で最高に達するが、それ以後急速に低下を示し、48 時間を経過したものでは最高発芽率の 1/3 以下になる。

C 型に属するものの中には、浸漬時間 8 日以上ならば短時間の光照射で最高の発芽率を示すものがある。しかし、この種類でもまだ光感度が高くなっていない 1~2 日目に

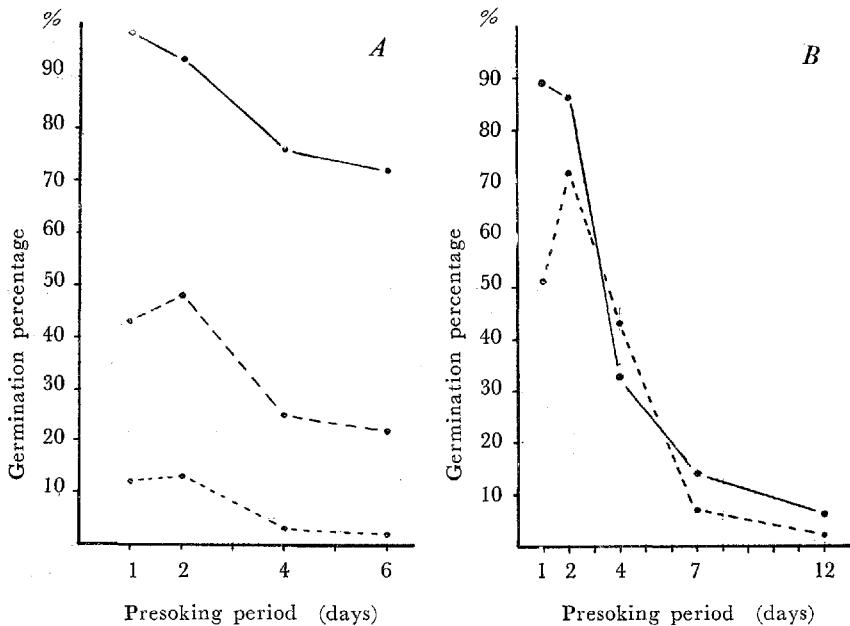


図 2. ナギナタコウジュ *Elsholtzia patrinii* Garcke (A) とミヤマガラシ *Barbarea orthoceras* Ledeb. (B) の光感度の変化。A: ····· 24 hrs; - - - 6 hrs; ······ 1/2 hrs; B: ····· 24 hrs; - - - - 1/6 hrs.

は、たとえ 24 時間以上の長い時間照射しても充分な発芽率を示さない。このため、このようなものは発芽に多量の光を必要とする種類と誤認されやすい。

以上のような光感度の変化の傾向は 1 回の照射時間を長くしても図 2 のように変わらない。図 2 から、光感度がすでに低下してしまった時期には、照射時間を長くしても、発芽率は最高に達していない。ミヤマガラシでは 10 分の短時間照射と同じ発芽率しか示めさない。このような例からも、種子の光に対する感応方の変化は、照射時間の長

さに関係なく、種類によりほぼ一定していると考えられる。

考 案

発芽に必要な光量という点からみると、同じ属に属するもの間には似た傾向がみられる。例えば、*Rumex* に属するエゾノギシギシ、ギシギシ、*Lysimachia* のギンレイカ、ハマボッスはいずれも短時間照射型であり、*Boehmeria* のラセイタソウ、カラムシ、コアカソ、*Hypericum* に属するオトギリソウ、コケオトギリは長時間照射型であった。しかし、このような傾向は絶対的なものとは云えず、次のような例もみられた。*Veronica* ではオオイヌノフグリは短時間照射型を、ヒメクワガタは長時間照射型を示した。*Oenothera* ではアレチマツヨイグサ⁴⁾ が短時間照射型、オオマツヨイグサが長時間照射型であった。生態環境と発芽条件の関係は、陽地植物の種子に光発芽種子が多いという傾向がある。しかし、その生育地によって、種子が短時間照射型か長時間照射型かを想像することはできない。

結 論

短時間照射型に属するものとして、今までにムシリナデシコ⁴⁾、アレチマツヨイグサ、ヤシャブシ⁴⁾、ヒノキ⁴⁾、エゾノギシギシ²⁾、イタドリ⁴⁾、ハマボッス³⁾の7種を発表してきた。本報では、これにジギタリス、ニワゼキショウ、ギシギシ、オオイヌノフグリ、ヌカキビ、ハキダメギク、ヒメムカシヨモギ、ギンレイカ、クルマバナ、ミヤマガラシ、ミヤマタネツケバナの11種を加えた。

長時間照射型のうち、照射時間に24時間又はそれ以上の時間を必要とするものには、すでに発表したキリ⁴⁾、イワアカバナ⁶⁾、オトギリソウ⁵⁾、クガイソウ⁴⁾、オオマツヨイグサ³⁾、キリンソウ¹⁾の6種に、スペリヒユ、コケオトギリ、メヤブマオ、カラムシ、ラセイタソウ、コアカソ、ホタルブクロ、カワミドリ、ハンゴンソウ、アキノキリンソウ、シモツケ、ヒメクワガタ、ビロウドモウズイカ、ヒデリコ、トウバナ、の15種を追加した。又、6時間の照射時間でよい発芽率を示すものは、従来、山地のオオバコ⁴⁾のみしか発表していなかったが、これに *Papaver*、ネズミノオ、ナギナタコウジュ、ウツボグサ、マツカゼソウの5種を加えた。同時に光感性種子の浸漬時間にともなう光感度の変化の傾向を3型にわけ、それぞれの型に属する種類を明らかとした。

本研究に御協力を頂いた横浜康継・中川篤・安藤ミヤ・目黒信夫の各氏に対し厚く御礼を申上げたい。

引 用 文 献

- 1) Fujii, T., S. Ishikawa & A. Nakagawa, Bot. Mag. Tokyo **73**: 404-411 (1960).
- 2) Isikawa S., & T. Fujii, Plant & Cell Physiol. **2**: 51-62 (1961). 3)

Tab. 5. Types of light-sensitivity of seeds of wild plants.

At what length of imbibition period are they most sensitive to light.	A group which can germinate by one-time short irradiation (1-10 min.) alone.	A group which can germinate by one-time medium-length irradiation (6-12 hrs.) alone.	A group which needs a continuous irradiation of long time (24 hrs and over) for germination.
The maximum sensitivity is obtained at 24 hrs of imbibition and it does not decline up to 8 days.	<i>Rumex japonicus</i> <i>Rumex obtusifolius</i> <i>Polygonum cuspidatum</i> <i>Digitalis purpurea</i>		<i>Boehmeria biloba</i> <i>Boehmeria platanifolia</i> <i>Boehmeria spicata</i> <i>Boehmeria nippononivea</i>
The period sensitive to light is limited only to one or two days of imbibition, and longer imbibition makes the seeds insensitive to light and "dunkelhart."	<i>Veronica persica</i> <i>Cardamine nipponica</i> <i>Erigeron canadensis</i> <i>Clinopodium chinense</i> <i>Lysimachia mauritiana</i>	<i>Boenninghausenia japonica</i> <i>Prunella vulgaris</i> var. <i>lilachia</i> <i>Elsholtzia patrini</i>	<i>Sedum kamtschaticum</i> <i>Agastache rugosa</i> <i>Campanula punctata</i> <i>Veronica sibirica</i> <i>Senecio cannabifolius</i> <i>Verbascum thapsus</i> <i>Clinopodium confine</i>
They can become sensitive to light only after 8 days or longer imbibition.	<i>Lysimachia acroadenia</i> <i>Sisyrinchium angustifolium</i> <i>Panicum bisulcatum</i> <i>Galinsoga parviflora</i> <i>Cardamine nipponica</i>	<i>Sporobolus elongatus</i> <i>Papaver nudicaule</i>	<i>Veronica nipponica</i> <i>Hypericum laxum</i> <i>Oenothera lamarckiana</i> <i>Portulaca oleracea</i> <i>Spiraea japonica</i> <i>Fimbristylis miliacea</i> <i>Solidago japonica</i>

Fujii T., & S. Isikawa, Bot. Mag. Tokyo **74**: 414-418 (1961). 4) 石川茂雄・下河原五郎, Jour. Jap. For. Soc. **36**: 318-323 (1954). 5) Isikawa S., & Y. Yokohama, Bot. Mag. Tokyo **75**: 123-132 (1962). 6) Isikawa, S., Jap. Journ. Bot. **18**: 105-132 (1962).

Résumé

The seeds of most wild plants are considered to be light germinators, and recently the analysis of germination on light germinators has been greatly extended. In the present paper the authors intend to clarify the condition of light for the germination of the wild plants. They expect that this attempt will be interested for the ecologists, genetists and taxonomists. In this paper, the light conditions are clarified on 25 kinds of "simple" light germinators which can germinate by irradiation alone (not so called "complicated" light germinators which are induced germination only by a combined effect of stratification, thermoperiodism and irradiation). The word "light condition" referred to exposure period necessary for the germination and imbibition period sensitive to light. The results obtained are shown in the Tab. 5.

正 誤 (Errata)

頁 (Page)	行 (Line)	誤 (For)	正 (Read)	151	1	外胞子囊 輪状	小胞子囊 輪上
80	Table 2 (32)	{-red {F. +red {F.	{- {+red {F.	151	10	散存	散在
88	7	exaemple	example	152	28	Aadrews	Andrews
106	12	鳥嶺型	島嶼型	152	13	Chare	Chase
111	34	二階堂重樓	二階重樓	172	25	tricomanes trichomanes	
125	31	倍夫郡	信夫郡	192	7	小林義雄	小林義雄
130	3	<i>Leptotherix</i>	<i>Leptothrix</i>	194	17	Ceratopterideae	
134	7	<i>Cyanidinm</i>	<i>Cyanidium</i>	206	13	Cayx	Calyx
135	25	雜勝郡	雄勝郡	219	24	mutabilis	mutabilis
135	29	<i>Plectocola</i>	<i>Plectocolea</i>	229	26	ann	and
135	29	<i>Plectocoloa</i>	<i>Plectocolea</i>	239	32	tha	the
136	34	<i>Plectocola</i>	<i>Plectocolea</i>	242	3	<i>Minuaria</i>	<i>Minuartia</i>
137	14	alga	algae	248	foot note	<i>amia</i>	<i>Zamia</i>
137	23	<i>Drapanocladus</i>	<i>Drepanocladus</i>	270	23	ididem	ibidem
147	5	var <i>filisooides</i>	var. <i>filicoides</i>	295	19~20	aeciosporous	
							aeciosporous stage
148	26	網	網	299	15~16	球形單胞	球形單細胞
149	2	被子植物の一つ	裸子植物の一つ	299	32	Katumot	Katumoto
				351	title	naw	new